

# 注浆堵漏止水技术在基坑工程中的应用

乔德清<sup>1</sup>, 曲春华<sup>1</sup>, 吴海洋<sup>1</sup>, 徐瑞华<sup>1</sup>, 赵生勇<sup>1</sup>, 安永海<sup>1</sup>, 高桂华<sup>1</sup>, 赖欢欢<sup>2</sup>

(1. 辽宁东地建筑岩土工程有限公司, 辽宁 沈阳 110016; 2. 东北煤田地质勘察设计研究院, 辽宁 沈阳 110011)

**摘要:**总结了用潜孔锤成孔, 注入水泥浆、水玻璃双浆液封堵基坑面以上的明水, 并利用袖阀管压力注浆封堵基坑面以下暗水的设计方案与施工方法。

**关键词:**压力注浆; 深基坑; 封堵止水

**中图分类号:** TU473.2    **文献标识码:** B    **文章编号:** 1672-7428(2008)05-0054-02

## 1 工程概况

由承德市统一建设办公室开发的德汇大厦位于承德市中心南营子大街与西大街交口处, 拟建建筑物为地上主楼 21 层, 裙楼 6 层, 地下均为 2 层。护坡桩采用桩中心距 1.4 m、桩径 0.8 m 的冲击成孔钢筋混凝土桩, 其间采用桩径 0.6 m 的混凝土桩与护坡桩一起形成止水帷幕。布桩形式为一字形。两种桩施工完成 28 天后进行基坑开挖, 当开挖至设计深度 8 m 时, 由于部分桩间(尤其是南面、西面)缝隙较大, 大量的地下水涌入坑内, 每天抽水 8000 m<sup>3</sup> 以上, 基坑内仍有积水, 且基坑面以下的地下水位仍不下降, 致使基坑内挖孔基础桩无法施工。加之抽水量过大, 桩间涌水又携带大量砂、砾, 这会对周围道路和建筑物产生严重影响, 其后果是难以预测的。鉴于以上实际情况, 承德市统一建设办公室邀请辽宁东地建筑岩土工程有限公司对基坑面以上的明水和基坑面以下的暗水进行综合封堵, 以保证下一步工程的施工和周围道路及建筑物的安全。

## 2 地质、水文地质特征

### 2.1 地质特征

本工程场地位于西大街洪冲积扇的中部, 属山前河谷平原地貌类型, 松散覆盖层为武烈河及早河冲、洪积物交互沉积而成。根据场地复杂程度, 应属二级场地, 地基属二级地基。

本场地岩、土层主要分为 7 层, 自上而下简述如下:

- ①杂填土, 厚度为 2.70~5.20 m, 分布连续;
- ②粉土, 呈软~流塑状, 很湿, 稍密, 层顶埋深

2.70~3.30 m, 厚度 0.80~1.90 m, 分布不连续;

③砾砂, 底部粘粉粒含量较高, 湿~饱水, 稍密, 层顶埋深 2.90~5.20 m, 厚度 0.60~3.90 m, 分布不连续;

④粉土, 土质均匀细腻, 软塑, 湿~很湿, 中密, 层顶埋深 4.60~5.20 m, 厚度 0.40~1.10 m, 分布不连续, 呈透镜状;

⑤砾砂, 下部粘粒含量较高, 湿~饱水, 稍密, 层顶埋深 4.00~6.10 m, 厚度 0.70~5.00 m, 分布不连续;

⑥圆砾, 直径 > 2 mm 的颗粒占 52%~74%, 最大粒径 140 mm, 局部粘粉粒含量较高, 呈现“泥砾状”, 层顶埋深 3.90~9.70 m, 厚度 3.50~9.50 m, 分布连续但厚度变化大, 该夹层有 4 层粉土亚层, 其厚度 0.40~0.90 m, 呈透镜体分布;

⑦安山岩, 强风化层厚度 1.40~4.80 m, 岩心呈破碎状及粉末状, 中风化层厚度 2.50~4.80 m, 岩心较完整, 多呈柱状, 裂隙面具铁染及水锈痕迹, 微风化层, 岩石新鲜, 岩心完整。

### 2.2 水文地质特征

本工程场地水文地质条件比较复杂, 粗、细颗粒交替分布, 强透水层、弱透水层及相对隔水层相间成层。从水文地质特征分析, 本场地有 2 层地下水: 第一层地下水为上层滞水, 水位最小埋深 0.2 m, 赋存于第①层杂填土中, 其补给来源为大气降水 and 水管漏水; 第二层地下水为孔隙水, 多具微承压性, 主要赋于砾砂和圆砾层中, 初见水位 2.70~4.80 m。由于砾砂层下部、底部和圆砾层下部粘粉粒含量较多, 致使含水层的结构变得较为复杂。总的情况是: 从

收稿日期: 2007-10-12

**作者简介:** 乔德清(1958-), 男(汉族), 黑龙江人, 辽宁东地建筑岩土工程有限公司总工程师、高级工程师, 地质矿产勘察专业, 从事岩土工程工作, 辽宁省沈阳市沈河区大南街 307 号; 曲春华(1967-), 女(汉族), 辽宁人, 辽宁东地建筑岩土工程有限公司生产技术部主任工程师、高级工程师, 应用地球物理专业, 从事岩土工程工作, quchunhua2006@126.com; 吴海洋(1967-), 男(汉族), 黑龙江人, 辽宁东地建筑岩土工程有限公司项目经理、高级工程师, 地质矿产勘察专业, 从事岩土工程工作。

砾砂层顶部到深度 6.00 m 左右富水性、透水性较强,在圆砾层中,深度 8.00 ~ 11.00 m 左右富水性、透水性较强,其余层段透水性较差,甚至不透水。据当地经验,砾砂和圆砾层平均渗透系数  $K = 50 \sim 100$  m/d,单井涌水量  $40 \sim 80$  m<sup>3</sup>/h。

### 3 堵漏止水方案设计

#### 3.1 漏水原因分析

本基坑漏水的原因主要有 2 个。

(1) 在护坡桩和止水桩施工时由于孔位、垂直度控制不好,造成桩间缝隙较大,最大缝隙宽度达 0.50 m,高达 4.00 m 以上,致使砾砂、圆砾层中的地下水涌入坑内。

(2) 设计方面的原因。虽然承德地区护坡、止水多采用冲击成孔钢筋混凝土和无钢筋混凝土桩,这种“硬碰硬”的设计和施工工艺很难达到理想的止水目的。

#### 3.2 堵漏止水的指导思想

针对本基坑的漏水原因及下一步工程施工的需要,堵漏止水的指导思想是先堵明漏后堵暗漏,先堵特大、大的明漏,后堵小的明漏。对明漏采用潜孔锤钻机成孔,灌入水泥浆、水玻璃的方法进行封堵;对暗漏采用潜孔锤钻机成孔、袖阀管压力注浆的方法进行封堵。

#### 3.3 堵漏止水方案设计

(1) 先用堵漏剂将桩间较大面上渗漏水变为点上渗漏水,然后在地面距柱中心线 10 ~ 15 cm,平行于 0.60 m、0.80 m 桩切线布孔,对于大和特大漏水点(其直径  $> 0.30$  m,流速  $> 1$  m/s,流量  $> 300$  m<sup>3</sup>/h)按品字形布设 2 排孔,排距 14 cm,孔距 20 cm,每排布设 3 ~ 5 个孔;对小的漏水点布设一排钻孔 2 ~ 3 个,孔距 9 cm。钻孔孔径均为 11 cm,孔深 10 m。

(2) 在成功地封堵明漏后,基坑面上已无积水,基坑面以下地下水位有所下降且涌水量减少,所以仅对特大和大的明漏点基坑面以下桩间进行袖阀管压力注浆止水设计。设计孔位在相邻两桩的中点距桩中心线 20 cm,孔径 11 cm,孔深 6 m,注浆影响半径 0.30 ~ 0.50 m。

### 4 堵漏止水施工

#### 4.1 灌浆材料

选用 425 矿渣硅酸盐水泥和波美度为 40 的水

玻璃。注浆时,水泥浆水灰比为 1,水玻璃掺入量根据堵明漏还是堵暗漏及明漏点大小、水流速度、涌水量、涌水还是渗水等情况进行调整。在封堵水流速度快、涌水量特大和大的明漏点时,水玻璃掺入量一般与水泥浆用量相同;在封堵暗水和小的渗漏点时,水玻璃的掺入量一般为水泥用量的 2%。

#### 4.2 施工工艺

堵明漏施工顺序为:双排孔先施工内侧孔再施工外侧孔,每排孔先施工中间孔再施工两边孔。当钻孔深度达到设计要求时,对于大和特大的漏水点,用 2 台泥浆泵通过 2 条管路将水泥浆和水玻璃同时注入孔中,边注浆边提升钻具,直到注满为止;对于小的渗漏点,则直接注入水玻璃掺量为 2% 的水泥浆。在注浆前,要用水泥袋、木楔等对明漏点进行封堵,使明漏点水流速度减慢,流量变小,以免浆液被水冲走。

堵暗水施工工艺为:钻孔至设计深度→边注浆边提升钻具→下袖阀管→注速凝水泥浆→压裂袖阀管→注浆。注浆压力保持在 0.3 MPa,每次压裂高度为 1 m,每米注浆量 0.3 m<sup>3</sup>,直到孔口周围冒出水泥浆,且影响半径达到 0.30 ~ 0.50 m。

### 5 结语

本工程施工完成后成功地封堵了明水和暗水,基坑面上已无积水,基坑面以下地下水位明显下降,涌水量明显减少,为该大厦下一步施工创造了方便条件,也排除了难以预测的隐患,受到了专家和有关单位的好评。

袖阀管压力注浆止水是一种较新的止水技术。这种技术在砾砂、砾石层中止水的效果要比高压旋喷、深层搅拌等技术好得多。因为这种技术是通过袖阀管进行分段压力注浆,将原地层中的地下水挤走,使水泥浆与地层中的砾、砂形成固结体,并与挡土桩一起形成止水帷幕,达到止水的目的。

建议今后在类似承德地区地质和水文地质条件的基坑中,在护坡桩间采用袖阀管压力注浆止水技术,这样既可以达到止水的目的,又可缩短工期,节省资金,使有关各方受益。

#### 参考文献:

- [1] 沈春林,詹福民.防水工程实例手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2000.